5/16

CD-uitbreidingen: Photo-CD

Inhoud

5/16.1

Het principe van Photo-CD

Het systeem

Inleiding

Men hoeft geen paranormale gaven te hebben om in te kunnen schatten dat de chemische fotografie niet lang meer zal bestaan. Net zoals de film-camera volledig verdrongen is door de video-camera zal ook de kleinbeeld-camera binnen tien jaar verdrongen zijn door vormen van "elektronische fotografie". De eerste elektronische foto-camera's zijn reeds op de markt.

Kodak, een van de internationale reuzen op het gebied van de chemische fotografie, heeft deze ontwikkeling goed ingeschat en heeft samen met Philips het systeem van de Photo-CD ontwikkeld. Op dit moment is de chemische fotografie nog steeds de basis, maar dit is een voorbijgaande tussenstap.

Van kleinbeeld negatief naar Photo-CD

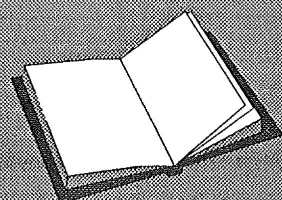
Het systeem werkt als volgt. Iedereen kan, met een aantal kleinbeeld negatieven of dia's onder de arm, naar een fotograaf stappen met het verzoek deze foto's op een Photo-CD te laten zetten. In gespecialiseerde bedrijven worden de negatieven of dia's een voor een in zeer hoge resolutie gescand en omgezet in een digitaal pixel-formaat. Bij het scannen wordt gewerkt met een resolutie van 2.048 x 3.072 pixels. Iedere gescande foto wordt vervolgens softwarematig omgezet in vijf bestanden met verschillende resoluties. Nadat de noodzakelijke compressie-technieken op deze bestanden zijn toegepast worden de samengeperste beelden vervolgens op een Photo-CD geschreven.

Verwerking van de Photo-CD

Een Photo-CD kan op verschillende manieren verwerkt worden. Deze mogelijkheden zijn aangegeven in figuur 5/16.1. Op de eerste plaats zijn er speciale CD-spelers te koop, die niet alleen audio-CD's kunnen afspelen, maar ook Photo-CD's. Deze speciale spelers zijn voorzien van extra elektronica, waaronder een geheugen voor de opslag van de foto-gegevens en een speciale digitaal naar analoog omzetter, die de digitale gegevens omzet in een analoog signaal. Dit signaal gaat naar een video-modulator, zodat de speciale CD-speler op de antenne-ingang van een

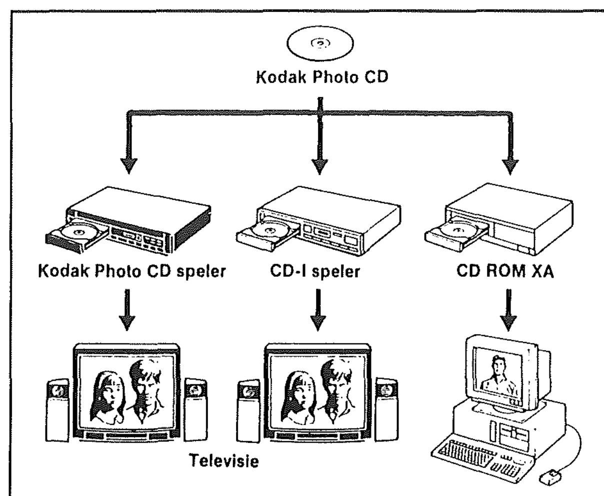
LEES OOK:

Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/7.2
Hoofdstuk 5/7.3
Hoofdstuk 5/7.4
Hoofdstuk 5/16.2



16.1 Het principe van Photo-CD

normale TV kan worden aangesloten. Men kan de foto's dus op de eigen TV bekijken.



Figuur 5/16.1-1: De verwerking van de foto's op een Photo-CD.

Op de tweede plaats kunnen de plaatjes op een Photo-CD ook zonder problemen afgespeeld worden op iedere CD-I speler. Op de derde plaats kunnen de CD's verwerkt worden op moderne CD-ROM drives in computers. Op deze manier ontstaan natuurlijk zeer interessante mogelijkheden! Voor het eerst kan de fotoamateur, zonder te hoeven investeren in de inrichting van een dure kleuren-doka, eigen foto's op alle mogelijke manieren bewerken. De foto's op de Photo-CD kunnen immers met door Kodak ontwikkelde software omgezet worden in de normale beeldformaten die in de computerwereld bekend zijn. Nadien kunnen deze pixelgrafieken met de moderne beeldbewerkingsprogramma's bewerkt, aangepast, van teksten voorzien en vervormd worden. De op deze manier bewerkte foto's kunnen op diskette worden geschreven en bij moderne copy-shop's uitgeprint worden op hoge resolutie kleurenprinters. Als men laat printen op zogenoemde "sublimation-printers" zijn de resultaten nauwelijks te onderscheiden van "natte" fotografie!

Het multi-sessie probleem

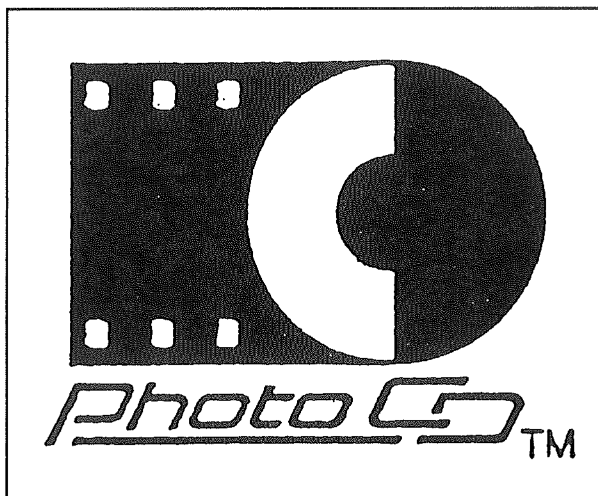
Kodak gaat er van uit dat in de meeste gevallen kleinbeeld rolletjes met 36 negatieven worden ingeleverd. Daarmee is echter een Photo-CD niet gevuld! In de 600 MB opslagruimte van een CD passen ongeveer 100 foto's. Om nu de consument niet met meer dan half lege Photo-CD's op te zadelen, werkt Kodak met het van de optische data-schijven bekende multi-sessie principe. De 36 foto's van het eerste kleinbeeld rolletje worden weggeschreven in de eerste sessie van de Photo-CD. Nadien kan men dezelfde schijf met een tweede kleinbeeld rolletje aanbieden bij de fotograaf. Deze 36 foto's worden in een tweede sessie op de CD gezet.
Dit nu, veroorzaakt een groot compatibiliteitsprobleem als men de Photo-CD nadien wil inlezen in een computer. Oude CD-ROM drives die werken volgens het zogenoemde XA Form-1 protocol kunnen alleen de eerste sessie op een Photo-CD uitlezen. Het gevolg is dat volledig gevulde Photo-CD's niet op een CD-ROM XA Form-1 drive in een PC gelezen kunnen worden! Het systeem slaat op tilt als het de tweede sessie tegen komt.

Oplossing

Natuurlijk zijn er een aantal oplossingen te verzinnen voor dit probleem. Op de eerste plaats zijn alle fabrikanten van CD-ROM drives bezig met het ontwikkelen van nieuwe firmware, waardoor hun apparatuur in staat is ook multi-sessie CD's te lezen. Maar dat vereist de aanschaf van een nieuwe CD-drive (misschien dus wel de derde!) en dat is iets waar niemand zit op te wachten. Alle apparatuur die multi-

16.1 Het principe van Photo-CD

sessie compatible is (zogenoemde XA Form-2 drive's) worden voorzien van het logo dat in figuur 5/16.1-2 is voorgesteld. Als men een CD-ROM drive koopt die deze sticker heeft, dan weet men zeker dat men alle foto's op de Photo-CD er mee kan afspelen!



Figuur 5/16.1-2: Het speciale logo, waarmee apparatuur wordt voorzien die volledig Photo-CD compatible is.

Er is echter een eenvoudiger oplossing! Men kan ook maximaal 100 losse negatieven aanbieden en als eis stellen dat deze in één sessie op de Photo-CD worden geschreven. Dat is technisch geen enkel probleem, maar vereist wel de medewerking van een fotozaak. Dan zijn alle problemen opgelost en kunnen bezitters van een oude CD-ROM Form-1 XA drive toch aan de slag met deze nieuwe grafische mogelijkheden.

De beeldtechnologie

Het beeldformaat

Alle vijf bestanden van iedere foto staan in een speciaal Kodak-formaat op de Photo-CD. Alle plaatjes zijn 24 bit diep, zodat "true-color" met meer dan 16 miljoen kleuren vanzelfsprekend is. Wel moet hierbij opgemerkt worden dat er heel wat gemanipuleerd wordt met het oorspronkelijke beeld. Gescand wordt in 3 x 8 bit RGB-formaat. Met de gegeven resolutie is de scan niet minder dan 18,8 MB groot! Zelfs met compressie-technieken zou deze hoeveelheid informatie veel te groot zijn om praktisch te verwerken.
Vandaar dat de gegevens die de scanner levert in real time worden omgezet in het Kodak YCC-formaat. Daar heeft men een uiterst snelle computer voor nodig en deze omzetting wordt dan ook uitgevoerd met een SUN-SPARC werkstation. Bij die omzetting wordt uitgegaan van het feit dat het menselijke oog zeer gevoelig is voor helderheidsverschillen maar aanzienlijk minder gevoelig is voor kleurverschillen. Vandaar dat het oorspronkelijke beeld kan wordt omgezet in een bestand dat ongeveer de helft kleiner is. Iedere pixel wordt wel beschreven door middel van een helderheidswaarde, maar niet door middel van een kleurwaarde. Dat laatste gebeurt maar om de twee pixels. Nadien wordt nog eens een extra data-reductie bereikt door gemiddelden van naast elkaar liggende kleurenwaarden te berekenen. Bij het "uitpakken" van de foto's door de beeldbewerkingssoftware worden nadien de tussenliggende waarden door middel van interpolatie weer berekend.

Huffman-compressie

De gebruikte compressie-techniek is een variant op het bijvoorbeeld ook bij PCX gebruikte "Huffman"-algoritme. Het grote voordeel hiervan is dat het uitpakken van de plaatjes volledig software-matig kan gebeuren en er geen extra elektronica voor nodig is. Photo-CD's kunnen dus

in een PC ingelezen worden en met geschikte beeldbewerkingsprogramma's weer uitgepakt, omgezet in standaard formaten zoals PCX, GIF en TIF, gemodificeerd, vergroot, verkleind, etc!

Naar de Photo-CD

Zoals reeds geschreven staat iedere foto met vijf verschillende resoluties op de Photo-CD. Nu zijn deze vijf verschillende plaatjes niet als dusdanig op de CD aanwezig, dat zou alweer te veel ruimte kosten!

In feite staat er één gecomprimeerd bestand op de schijf, dat slechts de nauwkeurige digitale gegevens van één van de vijf resoluties bevat. De vier overige resoluties (twee groffere en twee fijnere) worden softwarematig uit deze ene resolutie afgeleidt. Daarvoor bevat ieder foto-bestand speciale gegevens, die niet een volledig beeld beschrijven maar de software aanvullende gegevens leveren om uit de basis een beeld met grotere of lagere resolutie op te bouwen. Deze gegevens worden een "image-pack" genoemd. Op deze manier is men in staat de omvang van een foto te beperken tot gemiddeld 5 MB, zodat er gemakkelijk 100 foto's op een Photo-CD passen.

De geleverde resoluties

De vijf bestanden hebben de volgende resoluties:

- Base/16
  Deze plaatjes hebben een resolutie van 128 x 192 pixels.
- Base/4
  Hier wordt de resolutie opgevoerd tot 256 x 384 pixels.
- Base
  Het basis-formaat dat volledige beschreven in het bestand staat wordt "Base" genoemd en heeft een resolutie van 512 x 768 pixels. Als men dit formaat via een Photo-CD speler op een TV afspeelt heeft het analoge beeld een bandbreedte van ongeveer 4,6 MHz. De beeldkwaliteit is te vergelijken met deze van een S-VHS video-recorder.
- 4Base
  Dat begint, met een resolutie van 1.024 x 1.536 pixels, al ergens op te lijken!
- 16Base
  Tot slot het meest gedetailleerde formaat, met een resolutie van 2.048 x 3.072 pixels. Dit formaat is volledig aangepast aan de toekomstige norm van HDTV, zodat het Photo-CD systeem zonder meer op de toekomst gericht is.

Toepassingen

Op deze manier kan de gebruiker de resolutie aanpassen aan de specifieke toepassing van de foto. Het zal wel duidelijk zijn dat het onzin is om een foto in 16Base-resolutie in een desktop publishing pakket in te lezen, als de foto ongeveer postzegelformaat heeft!

De bestanden op de Photo-CD

Op een Photo-CD zijn drie directories opgenomen:

- PHOTO_CD
  In deze directory staan twee bestanden met de namen INFO.PCD en STARTUP.PCD. Deze twee bestanden leveren informatie over de datum van aanmaak van de PHOTO-CD en overige technische gegevens.
- CDI
  In deze directory staan werkprogramma's waarmee CD-I afspelers de informatie kunnen verwerken. Een foto in Base/4-formaat kan binnen 3 seconde op de beeldbuis gezet worden. Het Base-beeld heeft 10 seconden nodig.

16.1 Het principe van Photo-CD

- IMAGES
  In deze directory staan alle foto's. De bestandsnamen worden doorgenummerd van IMG0001.PCD tot en met IMG0xxx.PCD, waarbij xxx uiteraard staat voor het aantal foto's in de sessie.

Extra mogelijkheden
Op een PHOTO-CD kan men, naast de gedigitaliseerde foto's, in principe ook de onderstaande gegevens opnemen:
- Digitaal geluid volgens de normen van het "Red Book", dus net zoals het op een gewone audio-CD staat.
- ADPCM-audio volgens de normen van het "Extended Yellow Book". Hierbij wordt een speciale techniek gebruikt waarbij het geluid gedigitaliseerd wordt door er pulsbreedte modulatie op toe te passen.

Dit opent interessante perspectieven voor het samenstellen van uitgebreide multimedia-presentaties.
Helaas zit het er niet in dat de speciale apparatuur voor het digitaliseren van de foto's en het beschrijven van de lege Photo-CD's binnen afzienbare tijd voor interessante prijzen op de markt komt!

Kodak
Photo-CD Access Software

Inleiding

Door Kodak wordt een CD-ROM op de markt gebracht waarop software staat waarmee de foto's op een Photo-CD uit te lezen zijn en om te zetten in de normale grafische formaten. Deze CD-ROM heet "Kodak Photo-CD Access Software en Photo Sampler" en het eigenlijke programma "Photo-CD Access Software" werkt onder Windows 3.1.
De "Access Software" biedt in principe de volgende zes functies:
- het laden van foto's in .PCD-formaat van een Photo-CD;
- het maken van een "contactafdruk" op het scherm van alle foto's op de Photo-CD;
- het selecteren en afbeelden op het scherm van een of meerdere foto's uit de contactafdruk;
- het editten van de foto's door het veranderen van de afmetingen, het aantal kleuren en de oriëntatie;
- het copiëren van de originele of de aangepaste foto's naar het "Klembord" van Windows 3.1;
- het exporteren van de originele of aangepaste foto's in een standaard grafisch formaat naar een file op de harde schijf.

Hardware eisen
Het werken met Photo-CD's stelt nogal wat eisen aan de beschikbare hardware. Een systeem waarop zonder frustraties goed gewerkt kan worden bestaat uit:
- systeem: 486DX op minimaal 50 MHz;
- geheugen: minimaal 16 MB RAM;
- swap-file van Windows: minimaal 24 MB(!);
- harde schijf: minimaal 100 MB vrije ruimte;
- grafische kaart: het liefst 24 bit, dus 16 miljoen kleuren bij een resolutie van minimaal 800 bij 600 pixels;
- CD-ROM drive: CD-XA MODE-2

Uitvoer problemen
Wie van plan is bewerkte foto's te laten afdrukken op een thermo-sublimation printer zal een tape-drive of optische floppy-drive nodig hebben, want wil men foto's van acceptabele afmetingen thuis

krijgen, dan passen de files niet op een floppy! Zo neemt een foto met 24 bit kleurendiepte, die afgedrukt met een resolutie van 300 dpi een papier-formaat van maar 13 bij 8,6 cm^2 levert, in ongecomprimeerde .TIF niet minder dan 4,728 MB in beslag!

Afmetingen van de foto's

Het is noodzakelijk enige verbanden te leggen tussen de afmetingen van de digitale foto's in pixels en de uiteindelijke reële afmetingen in centimeter van een afdruk. De foto's op een Photo-CD zijn, ondanks de zeer uitvoerige compressietechnieken, gemiddeld 5 MB groot. Dat komt doordat bij het scannen een zeer hoge resolutie wordt gebruikt. Voor de meeste toepassingen is deze resolutie echter veel te groot. Met de "Photo-CD Access Software" kan men de foto's in diverse, meer reële resoluties van de Photo-CD uitlezen. Welke resolutie men kiest is uiteraard afhankelijk van het gebruik dat men van de foto's wil maken. Wil men de foto's bijvoorbeeld alleen gebruiken in kleine venstertjes in een data-base op het scherm, dan kan men uiteraard een kleine resolutie gebruiken. Wil men echter de foto's, na eventuele bewerking op de PC, via een kleurenprinter laten uitprinten, dan heeft men een veel grotere resolutie nodig. Bovendien speelt dan de resolutie van de kleurenprinter ook een grote rol. Thermo-sublimation printers werken tegenwoordig met een resolutie van 300 dpi en kunnen meer dan zestien miljoen kleuren reproduceren. Deze resolutie geeft, dank zij het speciale principe waarmee dergelijke printers werken, een afdruk die niet meer te onderscheiden is van foto's die in een "natte" donkere kamer zijn afgedrukt. De lengte en de breedte in inch van de afdruk op papier kan men berekenen door de pixel-afmetingen van de foto te delen door 300. In de praktijk komt dit neer op:

- Base/16
  Dit formaat wordt door de software "Wallet" genoemd. Afgedrukt met een printer met een resolutie van 300 dpi verkrijgt men miniatuur prentjes van ongeveer 1,6 bij 1,07 cm^2! Werkt men met 24 bit kleurendiepte, dan kost het laden van een dergelijke kleine foto toch al ongeveer 2,5 MB systeemgeheugen!
- Base/4
  Deze foto's worden "Snapshot's" genoemd en zijn 256 x 384 pixels groot, hetgeen neerkomt op een afdruk van 3,25 bij 2,15 cm^2. Een dergelijke foto heeft, in 24 bit formaat, ongeveer 3,0 MB systeemgeheugen nodig.
- Base
  Het "Standard"-formaat telt 512 x 768 pixels, kost in 24 bit ongeveer 7,5 MB geheugen en drukt af tot een foto van 6,5 bij 4,3 cm^2.
- 4Base
  Dit formaat wordt "Large" genoemd en geeft, met afmetingen van 13 bij 8,6 cm^2 op een 300 dpi-printer, een afdruk die te vergelijken is met de normale afdrukken die men van de traditionele fotocentrales krijgt. In pixels komt dit formaat op 1.024 x 1.536. Het laden van een dergelijke foto met 24 bit kleuren diepte kost echter ongeveer 15 MB geheugen! Zelfs in een systeem dat met 8 MB is uitgerust zal Windows dus voortdurend moeten swappen van en naar de harde schijf!
- 16Base
  Dit formaat, met zijn 2.048 x 3.072 pixels, wordt "Poster" genoemd en kost niet minder dan 30 MB geheugenruimte (24 bit kleur) en levert op een

300 dpi printer een afdruk van 26 bij 17,2 cm^2. Dergelijke grote files zijn echter, dat zal wel duidelijk zijn, op een PC nauwelijks te verwerken. De software loopt hier duidelijk voor op de beschikbare en betaalbare hardware.

Kleuren

Het Photo-CD systeem werkt met "true video". Dat wil zeggen dat alle foto's gescand worden met 24 bit kleurendiepte. Voor iedere basiskleur van iedere pixel staan 8 bit ter beschikking, hetgeen er op neer komt dat iedere pixel van de foto in theorie meer dan 16 miljoen kleuren kan hebben. Uiteraard zal men in de praktijk niet altijd 24 bit nodig hebben. De enige toepassing waarbij het echt zin heeft in 24 bit te werken is als men de foto's op een thermo-sublimation kleurenprinter wil laten afdrukken. Vandaar dat de "Photo-CD Access Software" vijf verschillende kleuren-formaten ondersteunt:

- 24 bit kleur (meer dan 16 miljoen kleuren);
- 256 kleuren;
- 16 kleuren;
- 256 grijstinten;
- 16 grijstinten.

Bij het werken met 256 of 16 kleuren past de "Access Software" een niet nader toegelicht ditherings-principe toe, waarbij de echte kleuren van een pixel zo goed mogelijk worden benaderd door dit ene pixel te vervangen door meerdere pixels met kombinaties van de beschikbare basiskleuren. Door dit ditheren zal de resolutie van de afdruk dus dalen.

16.1 Het principe van Photo-CD

5/16.2
Het Photo-CD formaat

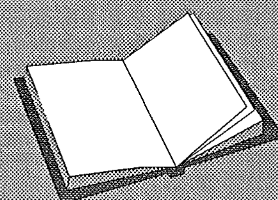
Inleiding

Wél vergelijkbaar met audio-CD
De manier waarop de digitale gegevens op bit-niveau op een Photo-CD worden geschreven is volledig vergelijkbaar met de manier waarop dit gebeurt bij een audio-CD. Ook een Photo-CD is dus samengesteld uit dammen en nokken en de overgang tussen dammen en nokken komt overeen met digitale enen. De gegevens worden ook in rasters verwerkt en via EFM en DSV wordt de totale digitale schrijfcode uit de gegevenscode samengesteld.

Niet vergelijkbaar met audio-CD
Wat betreft de manier waarop de digitale gegevens op de Photo-CD worden georganiseerd kan men stellen dat deze alleen in zeer groffe lijnen vergelijkbaar is met de in 1982 door Sony en Philips in het "Red Book" vastgelegde norm voor audio-CD's. Op de eerste plaats werkt een Photo-CD volgens het multi-sessie principe. Dat wil zeggen dat het niet noodzakelijk is de Photo-CD in een keer volledig met foto's te vullen. En half volle Photo-CD kan op een later tijdstip met nieuwe foto's opgevuld worden. Dit principe is ook bekend van de CD-WO-schijfjes, de afkorting van "Compact Disk Write Once", waarmee computergegevens eenmalig op een optische schijf worden geregistreerd. Op dit niveau voldoet een Photo-CD volledig aan de CD-WO normen. Op de tweede plaats zijn de gegevens op een Photo-CD georganiseerd volgens het XA Form-2 formaat, een formaat dat ook wordt gebruikt bij moderne CD-ROM's en dat volledig wordt beschreven in het "Extended Yellow Book".

Gevolgen
De gevolgen van deze afwijkende datastructuur zijn niet zo leuk. De allereerste generatie CD-ROM spelers (de zogenoemde CD-ROM Mode-1 formaat spelers) kan geen Photo-CD's afspelen! Maar ook de allereerste generatie CD-ROM spelers volgens de XA-standaard is niet in staat multi-sessie CD's te verwerken. Wel kunnen deze spelers Photo-CD's verwerken als alle foto's in één sessie op het schijfje zijn geschreven. Alleen moderne CD-ROM drives die werkelijk volgens het XA Form-2 formaat kunnen lezen, kun-

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/7.2
Hoofdstuk 5/7.3
Hoofdstuk 5/7.4
Hoofdstuk 5/16.1



nen alle sessies van een Photo-CD afzonderlijk benaderen.

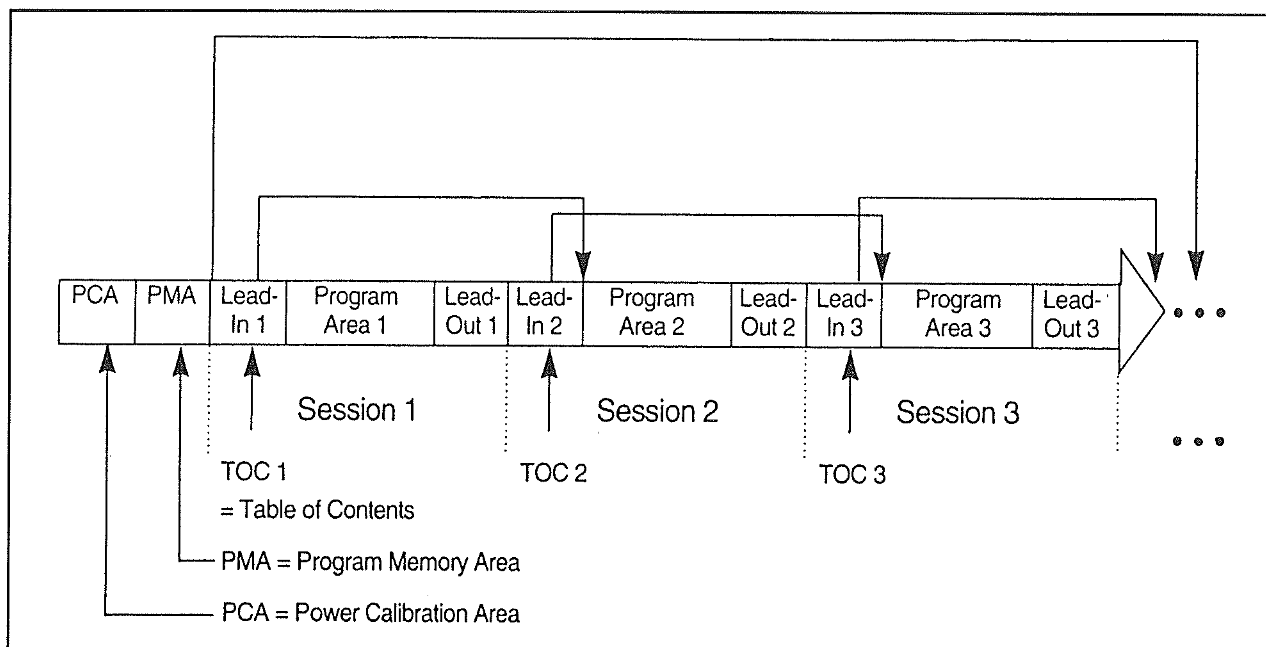
De CD-WO structuur

Technologie
De technologie van de CD-WO werd ontwikkeld door het Japanse bedrijf Taiyo Yuden. De CD-WO bestaat uit een schijfje polycarbonaat, waarop een dunne laag organische kleurstof wordt opgedampt. De reflectie-eigenschappen van deze stof worden beïnvloed door bestraling met infra-rood laserlicht. Op deze manier wordt hetzelfde effect bereikt als door het in het oppervlak aanbrengen van de pits bij de normale audio-CD. Nadien wordt op de achterkant van de schijf een zeer dunne laag goud opgedampt. Deze zorgt voor het reflecteren van de laserstraal in de afspeler. Vandaar dat CD-WO schijfjes er niet zilverkleurig (het aluminium laagje van de normale audio-CD) uitzien, maar goudkleurig.

Formateren
Om de schrijf-laser op de juiste spiraalvormige manier over het oppervlak van de CD-WO te sturen, moet men het schijfje formateren. Bij het stansen van de onbeschreven schijf uit het basismateriaal wordt een 0,7 µm dunne spiraal ingeperst, die de laser de weg wijst. Die lege spiraal wordt bovendien voorzien van een signaaltje met een frequentie van 22,05 kHz. De schrijfkop is voor zijn geleiding voorzien van een klein lees-lasertje. Deze laser leest dit signaal uit en aan de hand van de frequentie- en amplitude-gegevens wordt de schijf op de juiste omwentelingssnelheid ingesteld en de kop op de juiste manier over de schijf gestuurd. Op deze manier is men er zeker van dat het schrijven van de gegevens gebeurt met de constante snelheid van 1,3 m/s.

Het multi-sessie principe
Een van de voornaamste eigenschappen van het CD-WO formaat (en dus ook van een Photo-CD) is dat het in staat is meerdere zogenoemde "sessies" op de spiraal te schrijven. Een sessie kan beschouwd worden als een partitie op een harde schijf. Met MS-DOS is men in staat de fysische harde schijf die in de computer aanwezig is in te delen in een aantal logische schijven. Die krijgen dan de namen C:, D:, E:, etc. Voor het besturingssysteem lijkt het nadien net of er verschillende harde schijven in de computer zijn ingebouwd, die volledig los staan van elkaar en ieder een eigen inhoudstabel hebben. CD-WO werkt met een identiek principe. Iedere sessie kan opgevat worden als een logische CD op de moeder CD. Iedere sessie heeft eigen zogenoemde "lead-in's," "programm area's" en "lead-out's". In iedere "lead-in" wordt een eigen zogenoemde "TOC" (Table Of Contents) geschreven. De "lead-out" geeft het einde van een sessie aan.
Dank zij het "multi-sessie"-principe is men in staat de capaciteit van ongeveer 600 MB volledig te benutten. Stel dat men 300 MB aan foto's wil opslaan op een Photo-CD. In de daarvoor noodzakelijke schrijf-actie legt het schrijf-apparaat één sessie aan op de Photo-CD en schrijft in de TOC van deze sessie welke gegevens in welke sectoren zijn geschreven. Wil men later nog eens 250 MB aan foto's opbergen, dan kan dat op hetzelfde schijfje. Het systeem maakt dan immers een tweede sessie aan met een eigen TOC, waarin de gegevensstructuur van deze tweede virtuele Photo-CD staan vermeld.

16.2 Het Photo-CD formaat



Figuur 5/16.2-1: De algemene structuur die wordt gebruikt bij het beschrijven van een Photo-CD volgens de CD-WO-standaard.

De structuur van een CD-WO

De structuur die gebruikt moet worden voor het beschrijven van een CD-WO is in november 1990 vast gelegd in het "Orange Book". De algemene structuur is geschetst in figuur 5/16.2-1.

In het begin van de spiraal zijn twee gebieden opgenomen, die iets te maken hebben met het schrijven van gegevens en dus bij het lezen van de CD niet gebruikt worden:

- PCA
  Dit is de "Power Calibration Area", een gebied met gegevens die door het schrijfapparaat gebruikt worden om de schrijf-laser af te regelen op het oppervlak van de Photo-CD.
- PMA
  Dit is de "Program Memory Area", een gebied waarvan de functie, ondanks naspeuringen in de vakliteratuur, niet achterhaald kon worden.

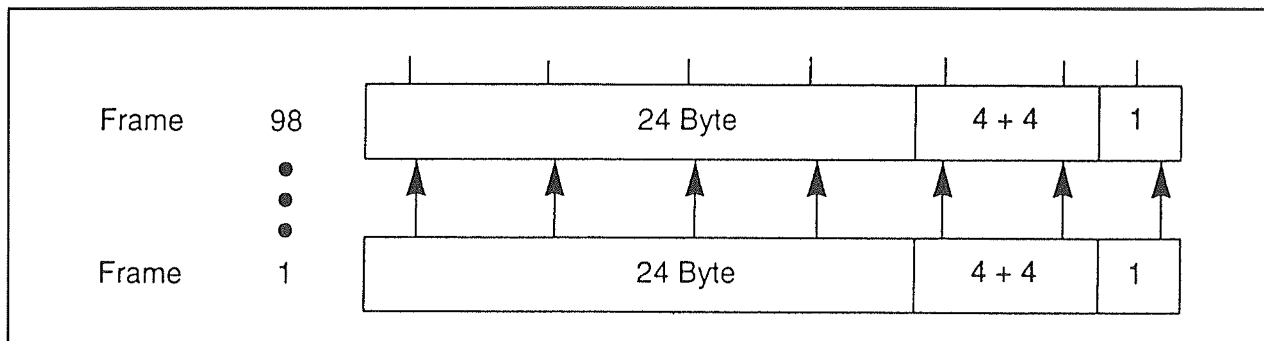
Nadien volgen de verschillende sessies. In de "TOC" van de eerste sessie staat een verwijzing naar de plaats op de spiraal, waar het gebied van de tweede sessie begint.

Het XA Form-2 formaat

Inleiding

Het XA Form-2 formaat is een verdere ontwikkeling van het oudere XA Form-1 formaat. Dit formaat werd ontwikkeld voor het optisch opslaan van computergegevens (de zogenoemde CD-ROM's). Het zal duidelijk zijn dat hierbij bijzonder grote aandacht moet besteed worden aan fout-herkenning en -correctie. Eén fout uitgelezen bitje kan immers een computerprogramma volledig onbruikbaar maken! Het Form-2 formaat werd ontwikkeld voor de opslag van minder kritische gegevens zoals digitale plaatjes, MIDI-files, gedigitaliseerde muziekfragmenten, foto's en video.

16.2 Het Photo-CD formaat



Figuur 5/16.2-2: Het optische frame is de kleinste praktische gegevenseenheid op een Photo-CD en bestaat uit 24 data-bytes, 8 correctie-bytes en 1 controle-byte.

Het uitlezen van een foutieve byte is bij dit soort gegevens niet dodelijk voor het systeem. Het Form-2 formaat bevat minder bytes per sector voor fout-detectie en -correctie dan Form-1, zodat er 276 bytes per sector vrijkomen voor gegevens. Een belangrijk gevolg van het weglaten van de extra bytes is dat gegevens sneller uitgelezen kunnen worden. De uitleessnelheid bij Form-2 bedraagt 1,41 Mbit/s, dezelfde snelheid als bij de aloude audio-CD's.

De optische frame's

Ook bij een Photo-CD is het optische frame de basis van de gegevensopslag. Dit frame bestaat, zie figuur 5/16.2-2, uit 24 opeenvolgende gegevens-bytes, de noodzakelijke 2 x 4 CIRC-bytes voor de foutcorrectie en nog één controle-byte.

De optische sector

Frames worden samengevoegd tot sectoren. Iedere sector bestaat uit 98 optische frames en bevat dus 98 x 33 = 3.234 bytes. Hiervan zijn slechts 98 x 24 = 2.352 bytes die de informatie bevatten. De overige 882 bytes zijn gereserveerd voor de CIRC en de controle.

Indeling van een sector

In figuur 5/16.2-3 is de indeling van één sector uit het XA Form-2 formaat gekend. Iedere sector bevat in totaal 3.234 bytes, net zoals bij het audio-CD formaat. Ook nu zijn weer tal van gegevens aanwezig, die de goede gang van zaken bij het uitlezen moeten begeleiden.

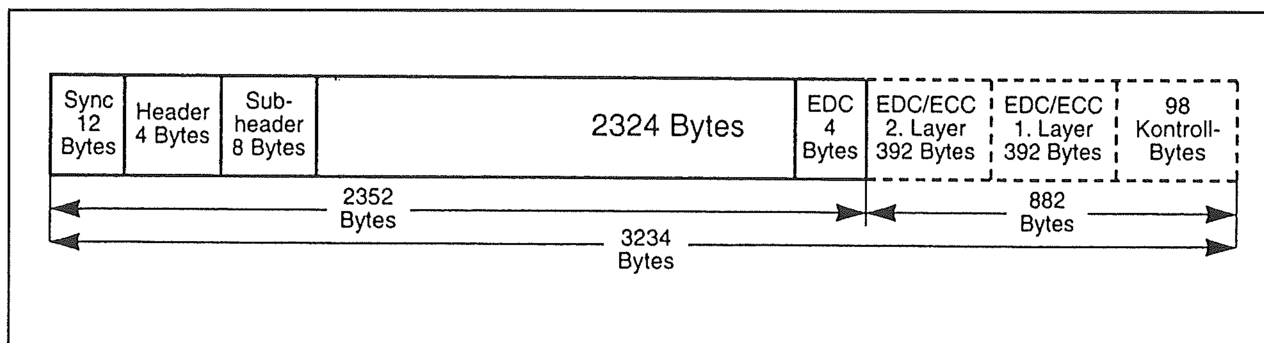
De sync-bytes

Een sector start met 12 synchronisatie-bytes. Bij een audio-CD zijn de sectoren niet fysisch van elkaar gescheiden. Dat is ook niet noodzakelijk, omdat de muziekinformatie steeds als een continu proces sector na sector wordt uitgelezen. Het zal nooit voorkomen dat het noodzakelijk is één bepaalde sector met muziekinformatie uit te lezen!
Bij een Photo-CD is dat uiteraard wél noodzakelijk. Om het opzoeken van de start-sector van een foto te versnellen worden de sectoren bij het XA Form-2 formaat duidelijk fysisch van elkaar gescheiden door het tussenvoegen van 12 synchronisatie-bytes. Deze bevatten een bepaalde code, die gemakkelijk door de elektronica van de CD-drive te detecteren is.

De header

De vier bytes van de header dienen voor het adresseren van de sector. Dat gaat volgens een tijd-codering in minuten, seconden en sectoren.

16.2 Het Photo-CD formaat



Figuur 5/16.2-3: De indeling van een sector van het XA Form-2 formaat.

De inhoud van deze vier bytes is als volgt:
- byte 1: minuten;
- byte 2: seconden;
- byte 3: sectoren;
- byte 4: mode.

Aan de hand van de minuten, de seconden en het sectornummer in deze seconde kan iedere sector op de volledige Photo-CD ondubbelzinnig gecodeerd en opgezocht worden.
Het mode-byte van de header heeft niets met de codering te maken, maar definieert de mode van de sector:
- Mode-0: geeft aan dat de sector leeg is;
- Mode-1: de sector is ingedeeld volgens het XA Form-1 formaat;
- Mode-2: de sector is ingedeeld volgens het XA Mode-2 formaat.

Deze herkenning is noodzakelijk omdat aan de hand van deze codering de afspeler kan besluiten welk soort fout-herkenning en -correctie in de sector wordt toegepast. Zoals reeds geschreven wordt er bij Mode-1 veel meer aandacht besteed aan deze techniek.

De sub-header

De acht bytes in de sub-header identificeren op tal van manieren het soort gegevens dat in de sector is vast gelegd. De grote vernieuwing van het XA-formaat is dat er gebruik kan worden gemaakt van het zogenoemde ***"interleaving principe"***. Hierdoor kunnen tekst-, programma-, geluid-, beeld- en video-gegevens door elkaar gehusseld worden, zodat de data in de meest voor de hand liggende volgorde van de Photo-CD gelezen kan worden. Bij multimedia-CD's (waar een Photo-CD in principe toe in staat is) moet het systeem immers vaak gelijktijdig tekst op het scherm vernieuwen, geluid genereren en een bewegend beeld in een venster zetten. Al deze activiteiten vereisen dat de gegevens op de CD zeer snel worden uitgelezen. Zouden alle gegevens van een file, net zoals bij de audio-CD, in opeenvolgende sectoren zijn ondergebracht, dan zou de drive niet altijd in staat zijn met voldoende snelheid nieuwe gegevens aan te leveren. Het gevolg zou zijn dat de opbouw van een beeld even stopt op het moment dat het systeem nieuwe audio- of tekst-gegevens nodig heeft. Dank zij de interleaving van de data kan dit vermeden worden. Door het snel omschakelen van lezen van audio-gegevens naar het lezen van foto-, video-, tekst- en programmagegevens (en vice versa) ontstaan als het ware vijf separate en quasi-gelijktijdige gegevensstromen van de Photo-CD naar de XA-controller en vandaar naar het verwerkende apparaat. Op deze manier is het dus in principe mogelijk ook geluid op een Photo-CD op te nemen! Dat geluid wordt afgespeeld terwijl een foto op het

16.2 Het Photo-CD formaat

scherm van de TV of monitor wordt opgebouwd. Deze gegevensstromen noemt men de *"streams"*.
Om er zeker van te zijn dat deze belangrijke gegevens goed worden uitgelezen, worden zij dubbel geschreven in de subheader:
- bytes 1 en 5 zijn identiek:
- bytes 2 en 6 zijn identiek;
- bytes 3 en 7 zijn identiek;
- bytes 4 en 8 zijn identiek.

Inhoud van de sub-header
In de bytes 1 en 5 wordt een zogenoemd bestandsnummer geschreven. Dat nummer heeft een waarde van 0 tot en met 255. De waarde 0 wil zeggen dat de sector geen deel uitmaakt van het interleaved schema en dat alle opeenvolgende sectoren met code 0 achter elkaar als continue datastroom uitgelezen kunnen worden, bijvoorbeeld voor de weergave van geluid.
In bytes 2 en 6 wordt een zogenoemd kanaalnummer opgeslagen, ook een getal tussen 0 en 255. Het kanaalnummer wordt gebruikt om het uitlezen van interleaved sectoren te vergemakkelijken. Voor sectoren die geluid bevatten dat in pulsbreedte gemoduleerd is (zogenoemd ADPCM-geluid) staan de kanaalnummers 0 tot en met 15 ter beschikking. Videodata worden gekarakteriseerd door kanaalnummers tot en met 31.
Bytes 3 en 7 noemt men de "sub-mode"-bytes. De acht bits zijn vlaggen die op logisch "0" of "1" gezet kunnen worden en de volgende gegevens bevatten:
- Bit 0:
  Wordt hoog gezet als de sector de laatste van een record is. Deze vlag noemt men de "EOR" of "End Of Record".
- Bit 1:
  Wordt hoog gezet als de sector video-informatie bevat.
- Bit 2:
  Wordt hoog gezet als de sector ADPCM-audio informatie bevat.
- Bit 3:
  Wordt hoog gezet als de sector zuivere programma-data bevat.
- Bit 4:
  Zet de "trigger" aan of uit. De trigger is een signaal dat voor bepaalde elektronische bewerkingen in de XA-controller noodzakelijk is.
- Bit 5:
  Bepaalt of de sector beschreven is volgens het Form-1 formaat of volgens het Form-2 formaat.
- Bit 6:
  Wordt hoog gezet als de sector zogenoemde "real-time" gegevens bevat. Real-time gegevens zijn gegevens die zo snel mogelijk vanuit de optische spiraal op de Photo-CD naar het geheugen van de speler overgebracht moeten worden. De fout-detectie en -correctie technieken in de XA-processor vergen nogal wat tijd. Wordt bit 6 hoog gezet, dan worden deze technieken voor de sector uitgeschakeld, zodat de gegevens met de maximale leessnelheid van de Photo-CD naar het geheugen gaan. Het gevolg is dat weliswaar af en toe een bitje van de data-stroom fout wordt gelezen, maar dit wordt dan op de koop toe genomen.
- Bit 7:
  Wordt hoog gezet als de sector de laatste sector van een bestand is. Dit bit is dus het beroemde "EOF"-bit, oftewel "End Of File".

De bytes 4 en 8 bevatten informatie over de manier waarop audio- en video-gegevens zijn gecodeerd. Een bit bepaalt bijvoorbeeld of de audio-gegevens mono of stereo zijn. Een tweede bit bepaalt de zogenoemde "pre-emphasis" van het geluid.

16.2 Het Photo-CD formaat

Staat dit bit op "1", dan wordt de audioprocessor opgedragen alle hoge tonen met 6 dB te verzwakken, zodat de ruis in het geluid afneemt. Dit is een begrip dat uit de audio-CD technologie is overgenomen. Een derde bit definieert het level van de ADPCM-informatie.
De overige bits definiëren de compressietechnieken, die op de gegevens in de sector zijn toegepast. Deze bits zullen een belangrijke rol spelen na het ingaan van Level-3, als ook video-gegevens die met de MPEG-technologie zijn gecomprimeerd worden ondersteund.

De gegevens
Nadien staan 2.324 bytes ter beschikking voor het schrijven van de foto-gegevens. De gegevens van een foto worden op de in hoofdstuk 5/16.1 beschreven manier samengeperst tot één file en in achter elkaar liggende sectoren geschreven.

De EDC- en ECC-bytes
Deze bytes worden gebruikt voor de foutcontrole en -correctie van de gegevens. In principe werkt dit systeem zoals verklaard in deel 5/7, waar de technologie van de audio-CD wordt beschreven. Het systeem zorgt ervoor dat de intelligente elektronica in de CD-drive in staat is fout gelezen bits te herkennen en te herstellen. Dat gebeurt door het toevoegen van extra informatie volgens de zogenoemde ***"Cross Interleaved Reed-Solomon Code"***, afgekort tot "CIRC".
Een en ander heeft tot gevolg dat per 24 elektronische bytes nog eens 2 x 4 correctie-bytes worden toegevoegd.
Deze bytes noemt men de:
- Error Detection Code, afgekort tot EDC;
- Error Correction Code, afgekort tot ECC.

Dank zij deze CIRC is de fout-verhouding van een Photo-CD gemiddeld gelijk aan 10^{-8}. Hetgeen betekent dat per 100 miljoen gelezen bits er gemiddeld één fout wordt geïnterpreteerd! Een foutkans waarmee in de praktijk goed te leven valt!

De controle-bytes
Een sector wordt afgesloten met 98 controle-bytes. Dit is overgenomen van de "Red Book"-specificaties van de audio-CD. Deze gegevens noemt men de "sub-code" van de Photo-CD. Deze sub-code wordt in de CD-drive samengesteld door de controle-bytes van alle 75 sectoren die per seconde worden gelezen te verzamelen en tot woorden te ordenen. De totale subcode bevat dertien woorden, die P tot en met W worden genoemd. Ieder woord bevat bepaalde gegevens. Het zou in dit kader te ver voeren om de structuur van deze sub-code woorden volledig te ontrafelen. In het kort beschreven bevatten deze woorden informatie over:
- P-woord:
  Bevat gegevens over de inhoud van een sector, namelijk of deze sector muziek dan wel data als inhoud heeft.
- Q-woord:
  Bevat twee tijd-codes, namelijk de "A-Time" die de absolute tijd aangeeft tussen de start van de Photo-CD en een bepaalde plaats op de spiraal en de "Track Relative Time", die begint te tellen vanaf het begin van een bepaalde sector.
- R- tot en met W-woorden:
  Bevatten allerlei informatie, die zeer relevant is bij het afspelen van audio-CD's (naam van het nummer, van de componist, etc), maar bij Photo-CD's volledig irrelevant is. Voor zover bekend worden deze woorden bij een Photo-CD allemaal op "0" gezet.

16.2 Het Photo-CD formaat